

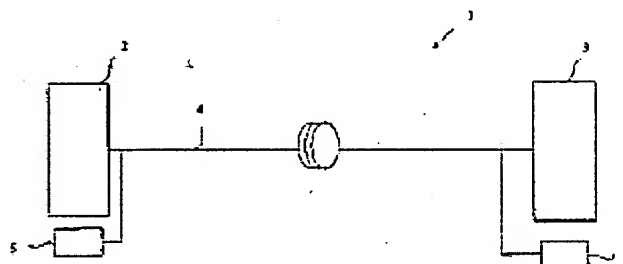
**Multiplexed transmission system signal to noise equalisation procedure for WDM use inserts additional channel spectra to match measured power value versus frequency characteristic**

**Patent number:** FR2845841  
**Publication date:** 2004-04-16  
**Inventor:** ARTHUS HERVE; NEDDAM FREDERIC  
**Applicant:** CORVIS FRANCE R ET D (FR)  
**Classification:**  
- **international:** H04B10/18; H04J14/02  
- **europaean:** H04J14/02B  
**Application number:** FR20020012696 20021011  
**Priority number(s):** FR20020012696 20021011

Report a data error here

**Abstract of FR2845841**

A multiplexed transmission system (1) signal to noise equalisation procedure analyses (5) the transmit (2) and receive (6) spectra to plot maximum power against wavelength for all channels with least mean squares or piecewise linear interpolation to define the maximum channel power and inserts additional spectra for extra channels with maximum channel powers so that they are close to the power values on the graph. Includes an Independent claim for equipment using the procedure.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 845 841**

②1 N° d'enregistrement national : **02 12696**

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : H 04 B 10/18, H 04 J 14/02

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

**A1**

②2 Date de dépôt : 11.10.02.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 16.04.04 Bulletin 04/16.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *CORVIS FRANCE R ET D Société  
anonyme — FR.*

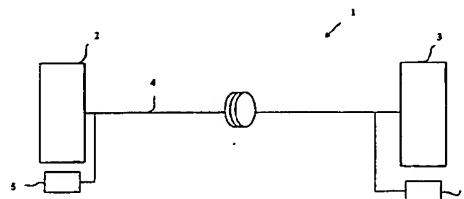
⑦2 Inventeur(s) : ARTHUS HERVE et NEDDAM FREDE-  
RIC.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

⑤4 PROCEDE ET DISPOSITIF D'EGALISATION DU RAPPORT SIGNAL A BRUIT DANS UN SYSTEME DE  
TRANSMISSION WDM.

⑤7 Procédé d'égalisation du rapport signal à bruit sur l'en-  
semble d'une ligne de transmission constituée par des ca-  
naux tels que des canaux ayant par exemple un débit  
supérieur ou égal à 10 Gbit/s et espacés de 25GHz ou  
moins.



FR 2 845 841 - A1



## PROCEDE ET DISPOSITIF D'EGALISATION DU RAPPORT SIGNAL A BRUIT DANS UN SYSTEME DE TRANSMISSION WDM

La présente invention est relative à un procédé d'égalisation du rapport signal à bruit dans un système de transmission optique à multiplexage en longueur d'onde.

Le rapport signal à bruit, connu plus communément sous la contraction SNR, de la traduction anglo-saxonne «Signal to Noise Ratio », reflète la qualité de la transmission. Les performances des systèmes de télécommunication sont généralement conditionnées par les performances du canal le plus mauvais du multiplex en émission. Par conséquent, il y a un réel besoin d'égaliser le rapport signal à bruit sur chacun des canaux. Ce paramètre se définit comme étant :

$$SNR_i = (P_i - P_{\text{bruit } i}) / P_{\text{bruit } i} \quad (1)$$

où l'indice i représente le ième canal,  $P_i$  est la puissance du canal i,  $P_{\text{bruit } i}$  représente la puissance du bruit pour ce même canal i. Pour déterminer la valeur du rapport signal à bruit, il convient d'appliquer le procédé classique, qui consiste dans un premier temps à mesurer la puissance du bruit entre les canaux et de comparer dans une seconde étape, la puissance du bruit ainsi définie avec la puissance de chaque canal adjacent.

La figure 1 illustre un spectre théorique de deux signaux présentant un espace inter-canaux suffisamment grand pour éviter le chevauchement desdits canaux. Il apparaît clairement que la mesure du SNR peut se faire directement par mesure de la puissance du canal i et de la puissance du bruit de ce même canal. En revanche, dès lors que l'écart entre canaux se réduit, comme dans l'exemple de la figure 2, il n'est plus possible d'appliquer ce procédé ; le bruit ne peut plus être détecté de manière directe.

De nombreux travaux de recherche ont permis de développer des dispositifs, toujours de plus en plus perfectionnés, afin d'obtenir une mesure

précise du rapport signal à bruit, et ce, quelques soient les conditions environnantes dans lesquelles elle s'opère. Citons à cet effet et pour exemple le brevet US 6,396,574, qui toutefois est limité à des canaux largement espacés.

Le brevet US 6,075,632, quant à lui, propose une méthode pour mesurer le rapport signal à bruit pour des signaux espacés de 25 GHz avec, là aussi, un appareil spécifique.

Pour égaliser le SNR de tous les canaux, il est coutume d'utiliser un analyseur de spectre optique (« OSA » du terme anglo-saxon Optical Spectrum Analyser) en réception. Cette technique est avantageuse dans sa mise en œuvre. En effet, elle est peu coûteuse et simple à mettre en œuvre. En outre, elle permet une mesure précise et directe du SNR sur une large bande. Toutefois, cette méthode ne peut s'appliquer que lorsque les canaux présentent un espacement suffisant entre eux, comme illustré en figure 1. Autrement dit, cette méthode ne peut s'appliquer sur un spectre dont les canaux se chevaucheraient.

Il n'existe pas, à notre connaissance, dans l'art antérieur, de procédé simple qui permet d'égaliser le rapport signal à bruit sur l'ensemble du spectre optique de transmission dans un système WDM (« Wavelength Division Multiplexing »), et ce, quelque soit l'espacement entre les canaux.

Le but de la présente invention est de proposer un procédé d'égalisation du rapport signal à bruit de canaux séparés d'un quelconque espacement, notamment lorsque les canaux adjacents se superposent partiellement.

Ce procédé a ainsi pour but de garantir des performances égales sur chacun des canaux.

Un autre but de l'invention permet d'utiliser avantageusement ce procédé au moment de la mise en route de la ligne.

Un autre but de l'invention permet d'utiliser avantageusement ledit procédé à l'instant où la capacité du système est augmentée.

En outre, le procédé proposé pour ajuster le rapport signal à bruit sur l'ensemble de la ligne de transmission est particulièrement simple et ne nécessite nullement de matériel spécifique.

Le procédé d'ajustement du rapport signal à bruit de canaux de transmission d'un système de transmission à multiplexage en longueur d'onde se caractérise en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- déterminer un premier spectre de la puissance transmise par le système de transmission,
- mesurer pour une pluralité de canaux du premier spectre, les valeurs des puissances maximales transmises par ces canaux, et en déduire par interpolation une courbe définissant une puissance maximale  $P$  des canaux en fonction de leur longueur d'onde  $\lambda$ ,
- insérer dans le premier spectre mesuré au moins un deuxième spectre comprenant des canaux supplémentaires de transmission,
- ajuster les puissances maximales des canaux du deuxième spectre pour que ces puissances maximales se rapprochent des valeurs de puissance  $P$  définies par la courbe des puissances maximales.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit. Cette description est purement illustrative et non limitative. Elle doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 représente un spectre optique avec des canaux présentant un espacement de telle sorte que les canaux ne se chevauchent pas.

La figure 2 représente un spectre optique dont les canaux se chevauchent partiellement.

La figure 3 représente le dispositif permettant de mettre en œuvre le procédé selon l'invention.

Les figures 4a, 4b et 4c représentent le principe du procédé selon l'invention.

Les figures 5a et 5b illustrent la courbe d'interpolation sur laquelle viennent se caler de nouveaux canaux, selon l'invention.

Les figures 6a, 6b, 6c représentent différents spectres pouvant s'intercaler sur le premier spectre.

La figure 7 est un exemple de simulation selon l'invention présentant des canaux à 50GHz.

La figure 8 est un exemple de simulation selon l'invention présentant des canaux à 25 GHz.

Le dispositif permettant de mettre en oeuvre le procédé consiste à utiliser deux analyseurs de spectre classiquement utilisés dans le domaine des télécommunications comme spécifié à la figure 3. Un des analyseurs (5) est situé sur le site d'émission (2) et le second analyseur (6) sur le site de réception (3) du système de transmission (1). L'OSA (5) a pour fonction de mesurer la puissance maximale des canaux du spectre de transmission. En outre, il permet un contrôle permanent des amplificateurs de ligne. L'OSA en réception (6) permet la mesure de la puissance des canaux nouvellement insérés.

Les deux analyseurs communiquent avec des moyens de traitement, comme par exemple un centre de calcul (non représenté sur la figure 3) par le biais d'un réseau. Ce centre de calcul peut être localisé n'importe où (en émission, en réception ou en tout autre lieu), l'essentiel étant qu'il puisse communiquer avec les OSA. De la même façon, il n'y a aucune restriction concernant le réseau sur lequel est connecté le centre de calcul. En effet, celui-ci peut être connecté via un réseau externe, via le réseau de gestion de la ligne, via une liaison téléphonique...

Pour illustrer le propos et pour plus de clarté, le procédé est décrit dans le cadre où l'opérateur décide d'augmenter une fois et une seule la capacité de sa ligne. Bien entendu, l'invention ne se limite pas à cette seule utilisation.

Supposons un opérateur dont le système de transmission est constitué d'un nombre  $x$  de canaux, espacés de  $\delta$  (Figure 4a). Ceci définit le premier spectre optique (S1). Les canaux de ce premier spectre sont repérés par leur longueur d'onde  $\lambda_i$  et leur puissance respective  $P_i$ . L'indice  $i$  est un nombre entier naturel supérieur ou égal à un. Plus tard, l'opérateur décide d'augmenter le débit de sa ligne. Pour ce faire, une des techniques consistent à rajouter des canaux supplémentaires, formant ainsi le second spectre (S2, Figure 4b), et à les intercaler avec les canaux du premier spectre. Le premier spectre S1 et le second spectre S2 constituent ainsi le

spectre total (Figure 4c). Les canaux du second spectre optique sont repérés par leur longueur d'onde  $\lambda_n$  et leurs puissances respectives  $P_n$ . L'indice  $n$  est un entier naturel supérieur ou égal à un. L'écart  $\alpha$  entre les canaux du second spectre optique est tel que, dans ce premier exemple, le spectre total présente des canaux qui se recouvrent partiellement (figure 4c).

Le procédé permettant d'ajuster le rapport SNR sur l'ensemble du spectre total, se décline en plusieurs étapes.

La première étape consiste à déterminer le premier spectre de la puissance transmise par le système de transmission. La seconde étape consiste à mesurer la puissance d'une pluralité de canaux afin de définir la courbe  $P = f(\lambda)$  sur le premier spectre optique. Cette mesure suppose bien évidemment que les canaux du premier spectre soient parfaitement résolus (i.e. ne se chevauchant pas) et qu'ils soient réglés sur une valeur de SNR au moyen de l'analyseur de spectre optique localisé sur le site de réception. Cette valeur de SNR dépend directement de la puissance imposée aux canaux dès l'émission. La courbe  $P = f(\lambda)$  ainsi définie est illustrée de manière schématique à la figure 5a.

Cette courbe est calculée par interpolation des puissances des canaux présents ou par toute autre méthode quelconque. On peut ainsi utiliser la méthode des moindres carrés, de manière à obtenir une courbe globalisée sur l'ensemble du spectre. Selon une autre variante, la courbe peut aussi être définie par des droites qui s'étendent entre les deux sommets de deux canaux quelconques du premier spectre  $S_1$ . La courbe des puissances maximales est linéaire par morceaux et est définie par des portions de droite reliant deux valeurs de puissance maximale de deux canaux. Cette courbe peut être ensuite mémorisée, préférentiellement dans le centre de calcul cité précédemment.

L'étape suivante consiste à insérer le second spectre (en pointillés sur la figure 5 b) de manière à intercaler les canaux du second spectre avec ceux du premier spectre. Dans le cas le plus simple, illustré à la figure 5 b, on peut par exemple obtenir la séquence  $\lambda_i - \lambda_n - \lambda_{i+1} - \lambda_{n+1} - \lambda_{i+2} - \lambda_{n+2} -$



$\lambda_{i+3}$ ...avec une alternance des canaux des deux spectres. Mais d'une manière plus générale, le spectre total peut se composer de signaux dont l'espacement deux à deux est quelconque. En effet, on ne cherche pas nécessairement à insérer le second spectre de telle sorte que ses canaux se positionnent exactement au milieu de deux canaux du premier spectre.

L'imbrication, l'insertion ou le fait d'intercaler les canaux, peut revêtir différentes configurations. Les figures 6 en illustrent différents exemples. La figure 6a résulte de l'imbrication d'un second spectre optique dont l'écart  $\alpha$  entre canaux adjacents n'est pas nécessairement constant. Les écarts  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  et  $\alpha_3$  sont tels que l'on observe l'insertion de deux canaux du second spectre optique entre deux canaux du premier spectre. Bien entendu, on pourrait imaginer une imbrication plus dense ; tout dépend de l'écart  $\delta$  entre canaux du premier spectre optique. A l'opposé, l'écart  $\alpha$  du second spectre peut être tel que ses canaux s'intercalent d'une manière moins dense, comme illustré à la figure 6b. La figure 6c, quant à elle, correspond au cas particulier où le second spectre est constitué d'un seul canal, auquel cas l'écart  $\alpha$  n'existe pas.

Il ressort que l'insertion du second spectre est quelconque par rapport au premier spectre dans la limite où les signaux sont modulés à un taux inférieur à  $\delta/4$ .

Si la puissance de chacun des canaux supplémentaires insérés (en pointillés sur le graphe 6b) est supérieure ou inférieure à la puissance autorisée, i.e. celle définie par la courbe d'interpolation, on assiste alors à un réajustement progressif des puissances sur chacun des canaux nouvellement insérés, de manière à ce que la puissance maximale de chacun des canaux insérés se rapproche le plus possible de la valeur autorisée. Ce réajustement est réalisé par les moyens de traitement définis précédemment dans la description. Cette étape constitue l'étape ultime dans la mise en œuvre dudit procédé.

Le procédé a été mis en lumière dans le cas où l'opérateur se contente de l'insertion d'un seul spectre supplémentaire. Bien entendu, le procédé peut s'appliquer autant de fois qu'il y a de nouveaux spectres

intercalés. Autrement dit, à partir du moment où la courbe d'interpolation est définie grâce à un premier spectre, il peut être inséré autant de spectres supplémentaires que désirés. Pour illustrer cette hypothèse, on peut supposer que l'opérateur augmente le débit de son système de transmission à plusieurs reprises.

Si tel est le cas, il est bien entendu envisageable d'optimiser la courbe d'interpolation au fur et à mesure de l'insertion des spectres. La première courbe d'interpolation définie sur le spectre initial S1 peut, après l'insertion d'un second spectre S2, être recalculée sur ce second spectre.

10 Le troisième spectre S3, à son insertion, se réajustera sur la dernière courbe d'interpolation. Et ainsi de suite...et ce, tant que la mesure du SNR est accessible, i.e. tant que les canaux du premier spectre ne se chevauchent pas.

Les simulations en laboratoire de ce procédé, ont nécessité au préalable de développer un programme d'ordinateur dont l'interface fait apparaître les paramètres du système, les paramètres des analyseurs de spectre optiques, les paramètres de ligne et le mode du programme. Les figures 7 et 8 sont un exemple de simulation. Le spectre de la figure 7 présente des canaux modulés à 10 GHz espacés de 50 GHz, tandis que celui de la figure 8 représente un spectre de canaux espacés de 25 GHz mesurés avec une résolution de 0,02 nm.

L'invention de se limite pas aux exemples cités ci-dessus. Bien entendu, un tel procédé est avantageusement utilisé pour une transmission multiplexée en longueur d'onde dont les différents canaux ont un débit de l'ordre de 10 Gbit/s ou supérieur et dont l'espacement entre les canaux est de 25 GHz ou inférieur. De même, ce procédé peut s'appliquer à tout système de transmission terrestre ou maritime.

Dans un mode de mise en œuvre du procédé d'ajustement du rapport signal à bruit, les canaux du premier spectre ne se chevauchent pas.

Dans un mode de mise en œuvre du procédé, on renouvelle les étapes définies précédemment à chaque ajout d'un spectre supplémentaire,

la courbe des puissances maximales étant à nouveau déterminée à chaque insertion de spectres supplémentaires.

Ces étapes peuvent être renouvelées tant que les canaux du premier spectre ne se chevauchent pas.

- 5        Le ou les spectre(s) inséré(s) présente(nt) des espacements quelconques entre canaux adjacents.

L'ensemble des canaux mis en évidence sur le premier spectre est pris en compte pour déterminer les valeurs des puissances maximales transmises.

- 10       Les signaux transmis via les canaux de transmission du système de transmission sont modulés à un taux inférieur à  $\delta/4$ ,  $\delta$  étant l'écart en fréquence entre deux canaux adjacents du premier spectre.

Dans une mise en œuvre de l'invention, les canaux sont modulés à 10 Gbit/s pour un espacement  $\delta = 50\text{GHz}$ .

- 15       Avantageusement, les canaux ont un débit de 10Gbit/s ou plus et un espacement inter-canaux est de 25GHz ou moins.

Dans une mise en œuvre de l'invention, les canaux ajustés sont modulés à 10 Gbit/s espacés de 20 GHz ou plus.

Dans une autre mise en œuvre de l'invention, les canaux ajustés sont modulés à 40 Gbit/s espacés de 80 GHz ou plus.

- 20       Le procédé de l'invention s'applique à tout système de transmission terrestre ou maritime.

L'invention prévoit également un dispositif d'ajustement du rapport signal à bruit de canaux de transmission d'un système de transmission à multiplexage en longueur d'onde, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 25       - un site émission avec un analyseur de spectre apte à déterminer un premier spectre d'émission,  
- un milieu transmetteur,  
- un site réception avec un analyseur de spectre apte à déterminer un second spectre,  
30       - ainsi que des moyens de traitement pour ajuster les puissances maximales des canaux du second spectre selon la courbe définissant la puissance maximale  $P$  des canaux du premier spectre en fonction de leur longueur d'onde  $\lambda$ .

### **REVENDEICATIONS**

1. Procédé d'ajustement du rapport signal à bruit de canaux de transmission d'un système de transmission (1) à multiplexage en longueur d'onde, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :
  - a. déterminer un premier spectre de la puissance transmise par le système de transmission,
  - b. mesurer pour une pluralité de canaux du premier spectre, les valeurs des puissances maximales transmises par ces canaux, et en déduire par interpolation une courbe définissant une puissance maximale  $P$  des canaux en fonction de leur longueur d'onde  $\lambda$ ,
  - c. insérer dans le premier spectre mesuré au moins un deuxième spectre comprenant des canaux supplémentaires de transmission,
  - d. ajuster les puissances maximales des canaux du deuxième spectre pour que ces puissance maximales se rapprochent des valeurs de puissance  $P$  définies par la courbe des puissances maximales.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les canaux du premier spectre ne se chevauchent pas.
3. Procédé selon l'une des revendications qui précèdent, caractérisé en ce que la courbe des puissances maximales est calculée par la technique des moindres carrés.
4. Procédé selon l'une des revendications qui précèdent caractérisé en ce que la courbe des puissances maximales est linéaire par morceaux et est définie par des portions de droite reliant deux valeurs de puissance maximale correspondant à deux canaux quelconques.
5. Procédé selon l'une des revendications qui précèdent, caractérisé en ce que l'on renouvelle les étapes définies à la revendication 1 à chaque ajout d'un spectre supplémentaire, la courbe des puissances

maximales étant à nouveau déterminée à chaque insertion de spectres supplémentaires.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les étapes définies à la revendication 1 sont renouvelées tant que les canaux du premier spectre ne se chevauchent pas.

7. Procédé selon l'une des revendications qui précèdent, caractérisé en ce que le ou les spectre(s) inséré(s) présente(nt) des espacements quelconques entre canaux adjacents.

8. Procédé selon l'une des revendications qui précèdent, caractérisé en ce que l'ensemble des canaux mis en évidence sur le premier spectre sont pris en compte pour déterminer les valeurs des puissances maximales transmises.

9. Procédé selon l'une des revendications qui précèdent, caractérisé en ce que les signaux transmis via les canaux de transmission du système de transmission sont modulés à un taux inférieur à  $\delta/4$ ,  $\delta$  étant l'écart en fréquence entre deux canaux adjacents du premier spectre.

10. Procédé selon l'une des revendications qui précèdent, caractérisé en ce que les canaux sont modulés à 10 Gbit/s pour un espacement  $\delta = 50$  GHz.

11. Procédé selon l'une des revendications qui précèdent, caractérisé en ce que les canaux ont un débit de 10Gbit/s ou plus et dont l'espacement inter-canaux est de 25GHz ou moins.

12. Procédé selon l'une des revendications qui précèdent, caractérisé en ce que les canaux ajustés sont modulés à 10Gbit/s espacés de 20 GHz ou plus.

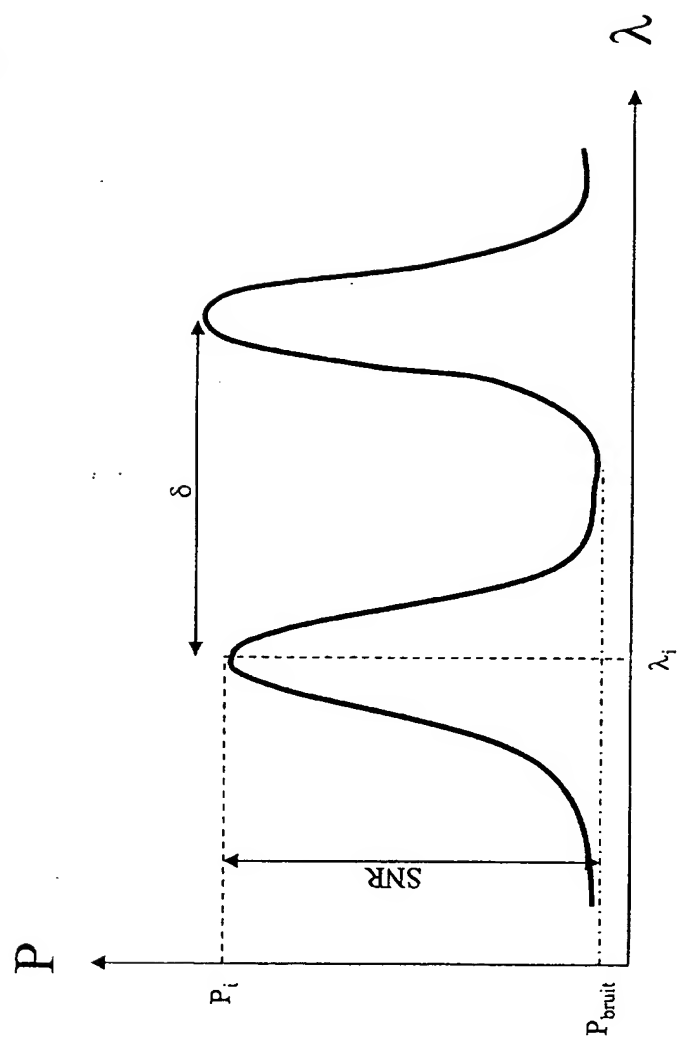
13. Procédé selon l'une des revendications qui précèdent, caractérisé en ce que les canaux ajustés sont modulés à 40Gbit/s espacés de 80 GHz ou plus.

14. Procédé selon l'une des revendications qui précèdent, caractérisé en ce qu'il s'applique à tout système de transmission terrestre ou maritime.

15. Dispositif d'ajustement du rapport signal à bruit de canaux de transmission d'un système de transmission (1) à multiplexage en longueur d'onde, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un site émission (2) avec un analyseur de spectre (5), apte à déterminer un premier spectre d'émission,
- un milieu transmetteur (4),
- un site réception (3) avec un analyseur de spectre (6) apte à déterminer un second spectre,
- ainsi que des moyens de traitement pour ajuster les puissances maximales des canaux du second spectre selon la courbe définissant la puissance maximale  $P$  des canaux du premier spectre en fonction de leur longueur d'onde  $\lambda$ .

Figure 1



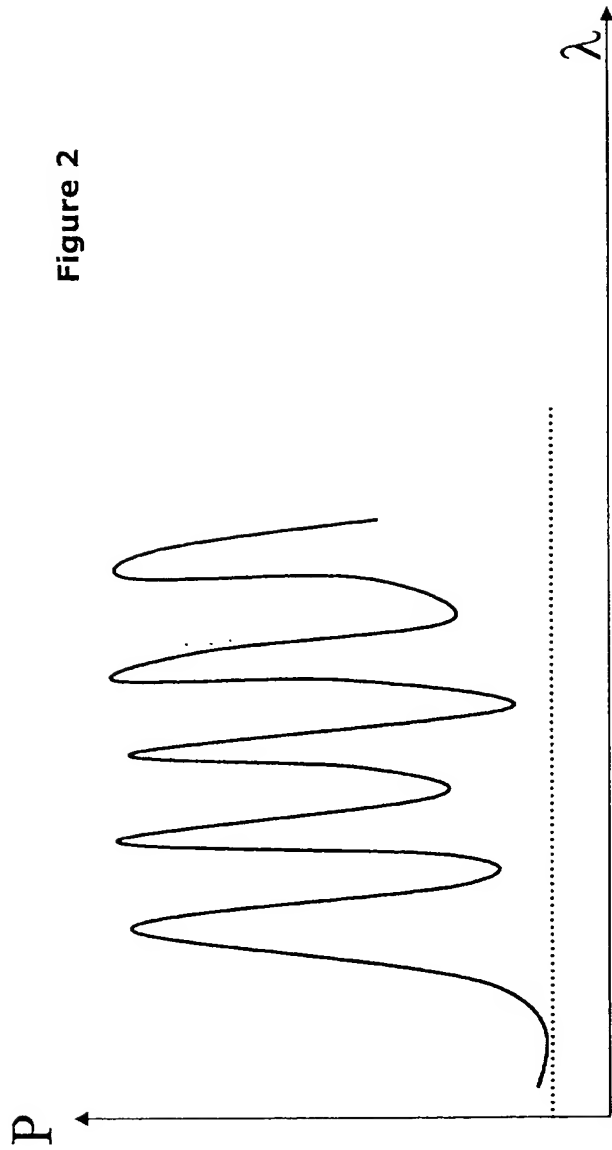




Figure 3

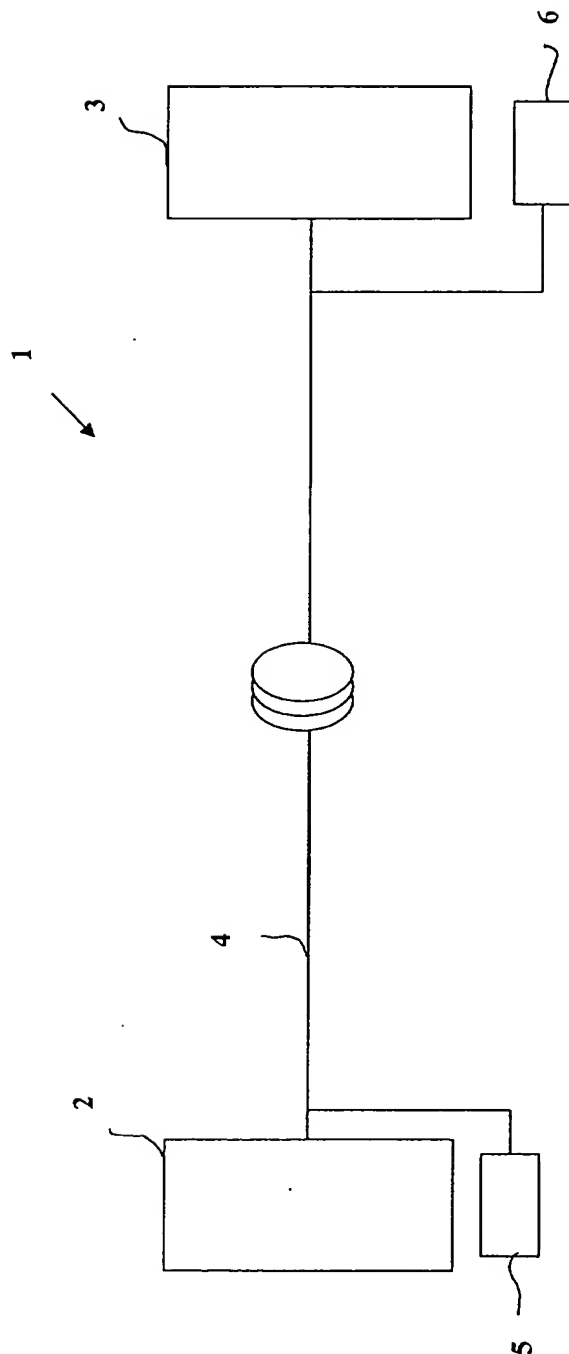


Figure 4b

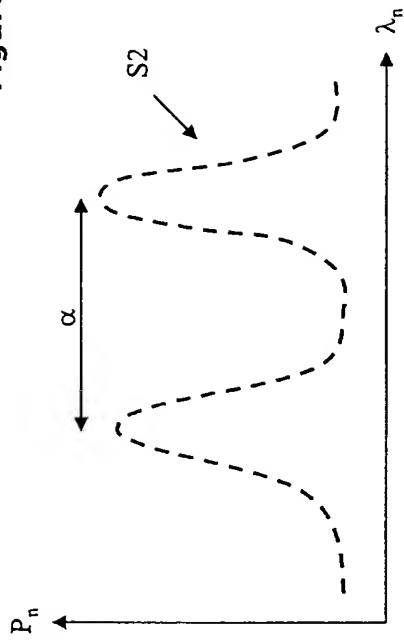


Figure 4a

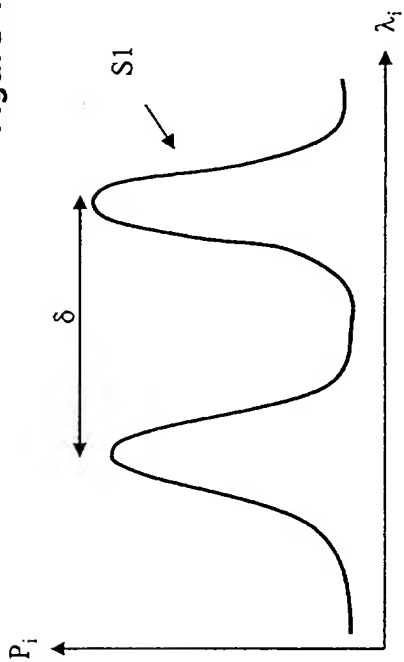


Figure 4c

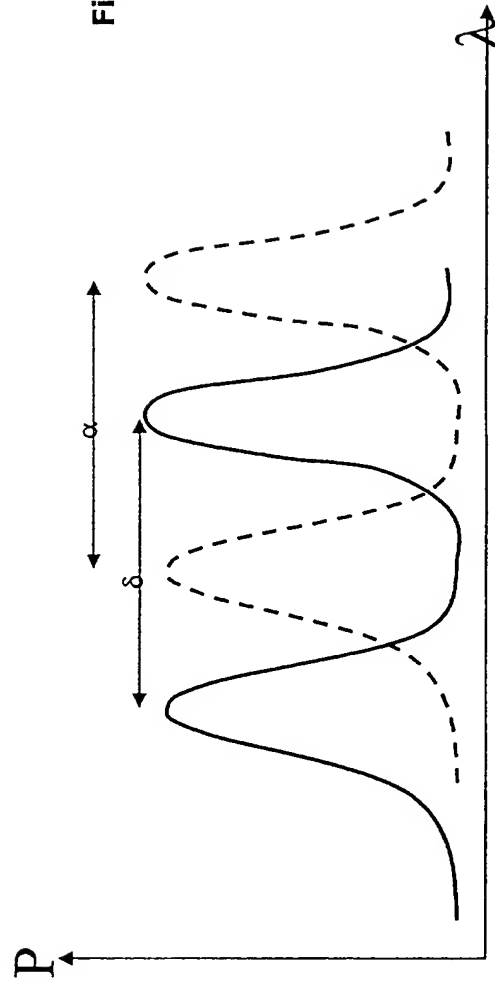


Figure 5a

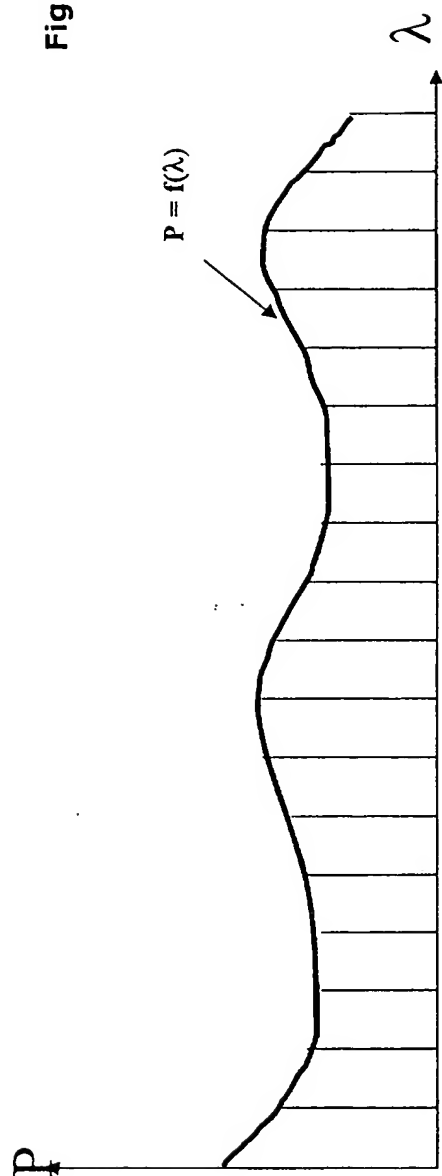


Figure 5b

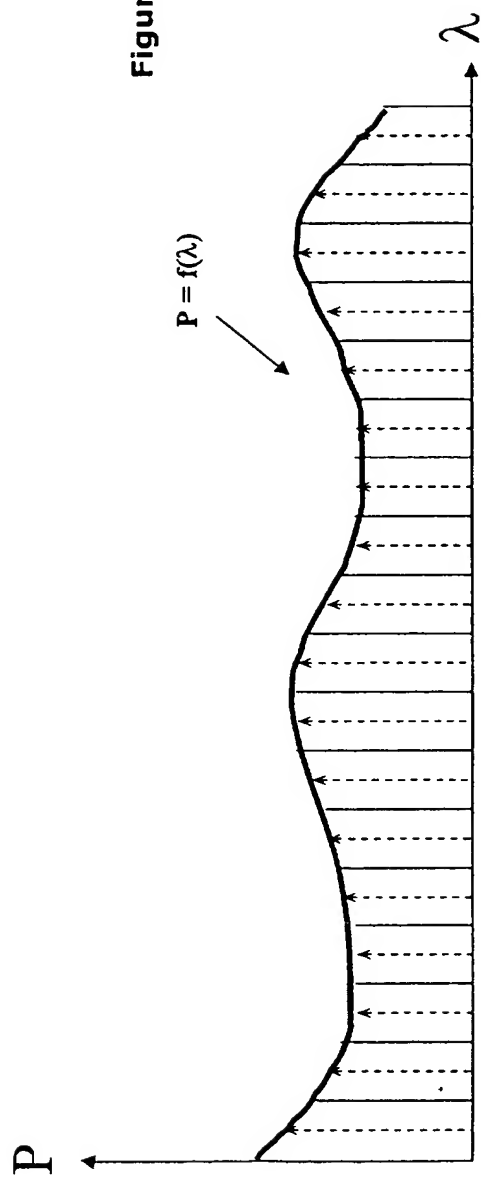


Figure 6a

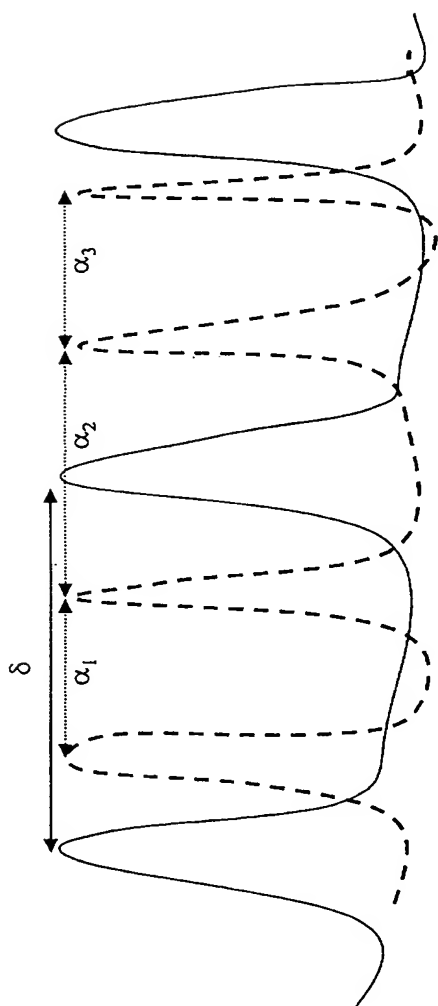


Figure 6b

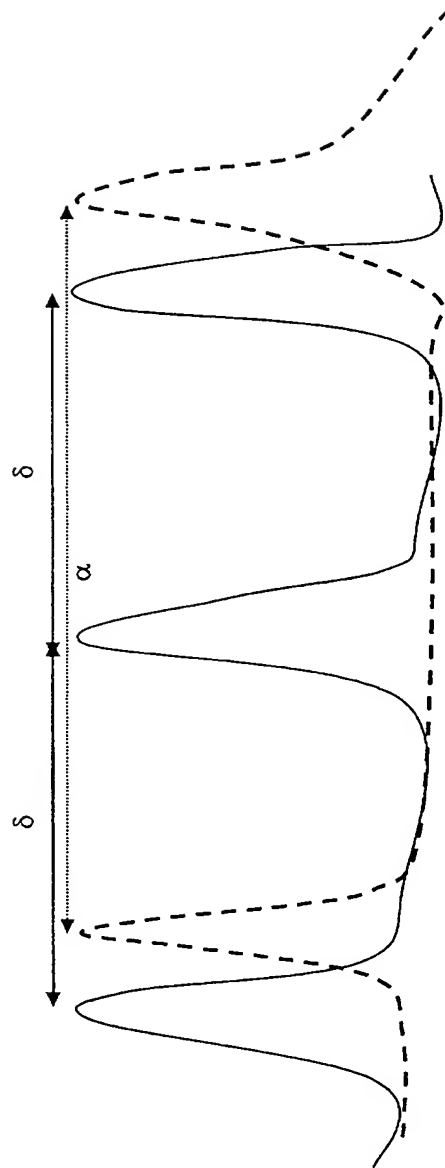
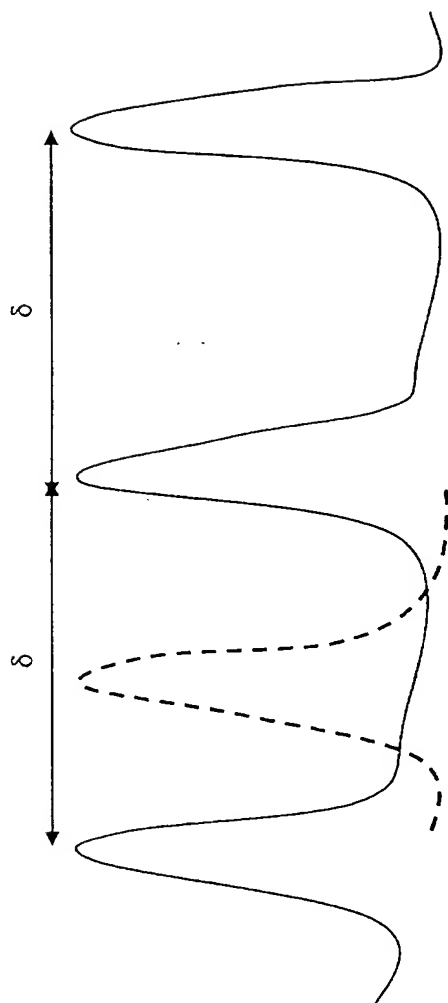
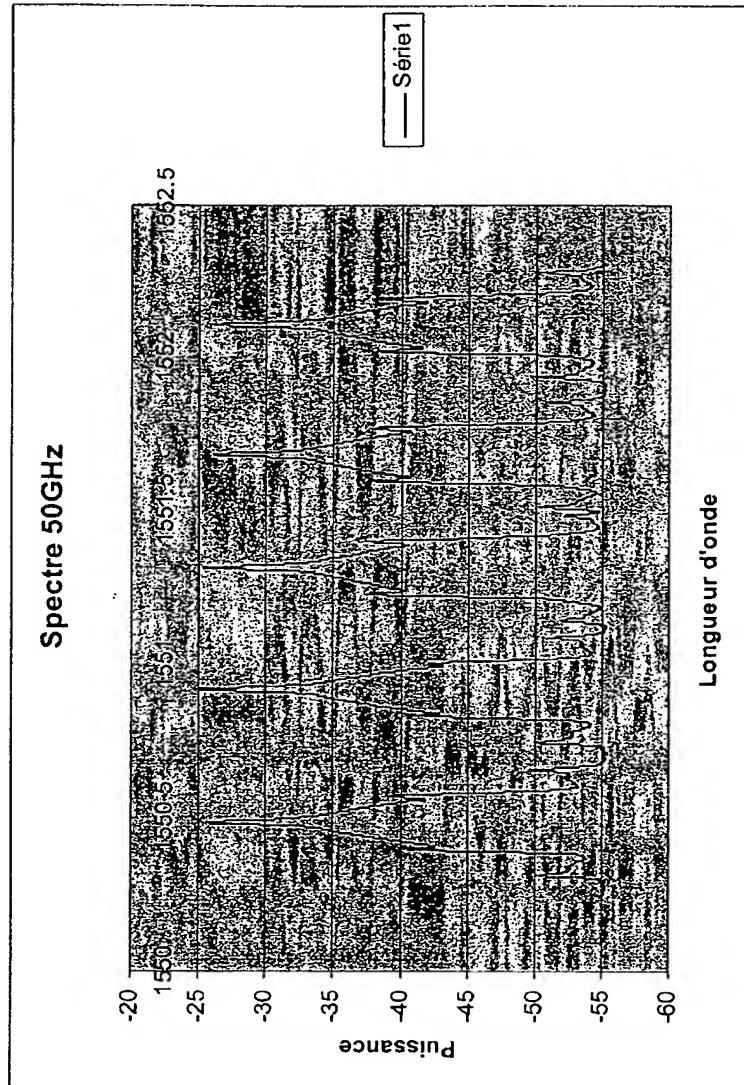


Figure 6c



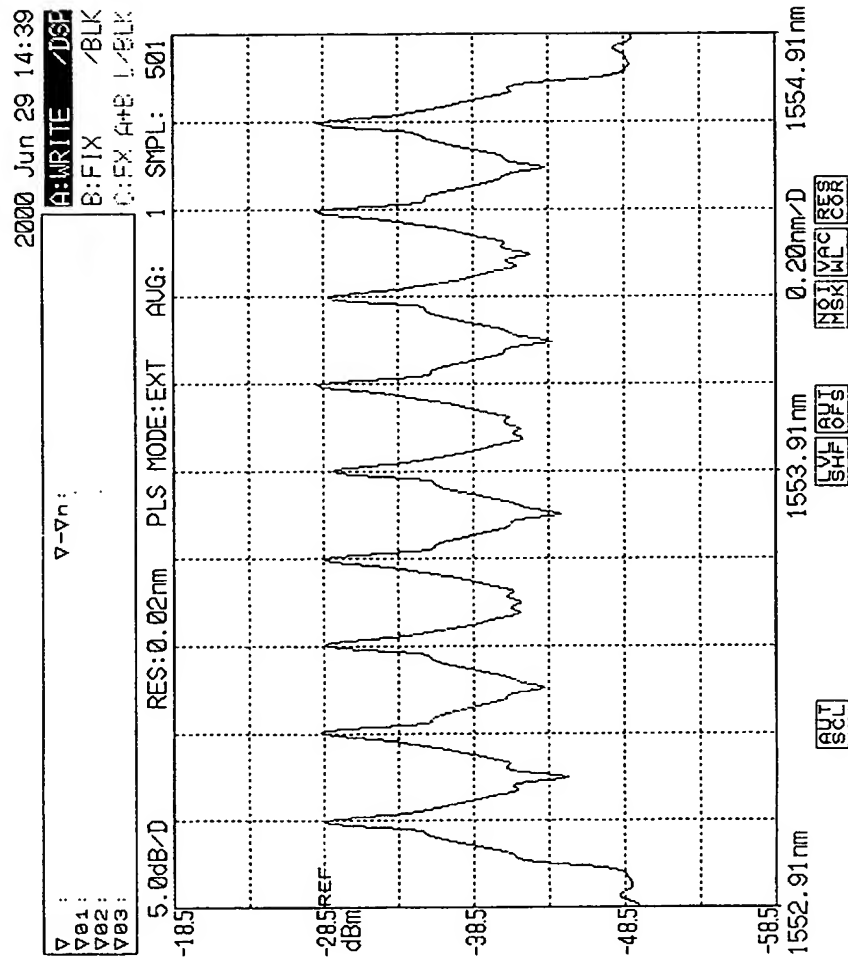
REPRODUCTION  
DUPLICATE  
conforme à l'original

Figure 7



DUPLICATE  
certifié conforme à l'original

Figure 8



DUPLICATA  
 certifié conforme à l'original



# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 634151  
FR 0212696

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2002/015199 A1 (WEISKE CLAUS-JORG ET AL) 7 février 2002 (2002-02-07) * page 1, alinéa 2 * * page 1, alinéa 10 - page 2, alinéa 11 * * page 3, alinéa 20 - alinéa 24; figure 1 * * page 4, alinéa 30 - page 5, alinéa 31 *	1-15	H04B10/18 H04J14/02
A	WREE C ET AL: "Upgrading of Nx40Gb/s WDM system from 100GHz to 50GHz channel spacing by duobinary interleaving concept with optical transversal filter" ECOC 2001 AMSTERDAM, vol. 4, 30 septembre 2001 (2001-09-30), pages 532-533, XP010582670 * page 532, colonne de gauche, alinéa 1; figure 2 * * page 533, colonne de gauche, alinéa 4 - colonne de droite, alinéa 2 *	10-13	
A	CHENG K S ET AL: "170 km transmission of 20 GHz spaced optical duobinary signals of 231- 1 PRBS length" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 36, no. 21, 12 octobre 2000 (2000-10-12), pages 1791-1792, XP006015836 ISSN: 0013-5194 * page 1791, colonne de gauche, alinéa 1 *	10-13	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)  H04J H04B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 octobre 2003		Roldán Andrade, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1

EPO FORM 1503 12-99 (P04C14)



La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 14-10-2003

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002015199 A1	07-02-2002	DE 10024393 A1 EP 1156608 A2	29-11-2001 21-11-2001

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**